

Progrès dans la gestion de l'incertitude lors de l'élaboration de l'analyse des plans de surveillance et des plans d'assainissement pour les sites du Nord

IBIC Edmonton 2015

David Wilson, Stantec Consulting Ltd.

4 juin 2015

Ordre du jour

- 1** Incertitude lors de l'élaboration de l'analyse des plans de surveillance (APS) et des plans d'assainissement (PA)
- 2** Répercussions sur le projet causées par l'incertitude
- 3** Identification et caractérisation de l'incertitude
- 4** Incertitude et risque : Atténuation et gestion
- 5** Étude de cas

1 Incertitude lors de l'élaboration de l'APS et des PA

« Nous exigeons une stricte définition des zones de doute et d'incertitude! »

- Douglas Adams, *Le Guide du voyageur galactique*

Définitions

Risque

- Conseil du Trésor (2010b) : « l'effet de l'incertitude sur les objectifs » ou « exprime la probabilité et les répercussions d'un événement »

Incertitude

- Conseil du Trésor (2010a) : « l'état, même partiel, du manque d'information liée à la compréhension ou à la connaissance d'un événement, de ses conséquences ou de la probabilité qu'elle se produise »
- Environnement Canada (2012) : « une connaissance limitée qui rend impossible une description exacte d'une situation existante ou d'un résultat futur »

Types d'incertitude

Incertitude aléatoire ou exogène

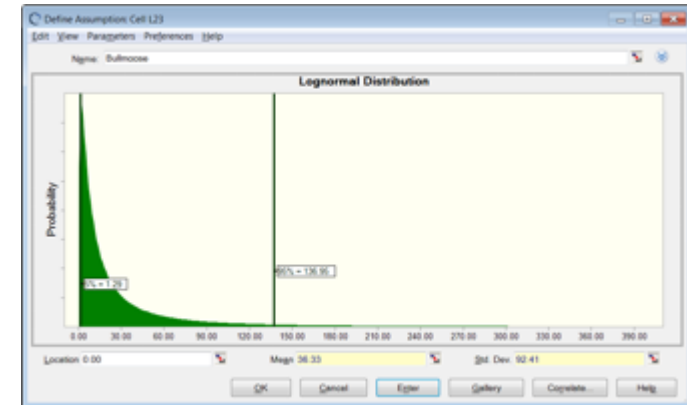
- variabilité statistique et hétérogénéité du système (p. ex., l'écart-type des résultats d'un sondage)

Incertitude épistémique

- incertitude sur le modèle et les paramètres (p. ex., taux d'infiltration)

Profonde incertitude (CDMU, 2013)

- incertitude sur les processus ou les hypothèses fondamentaux



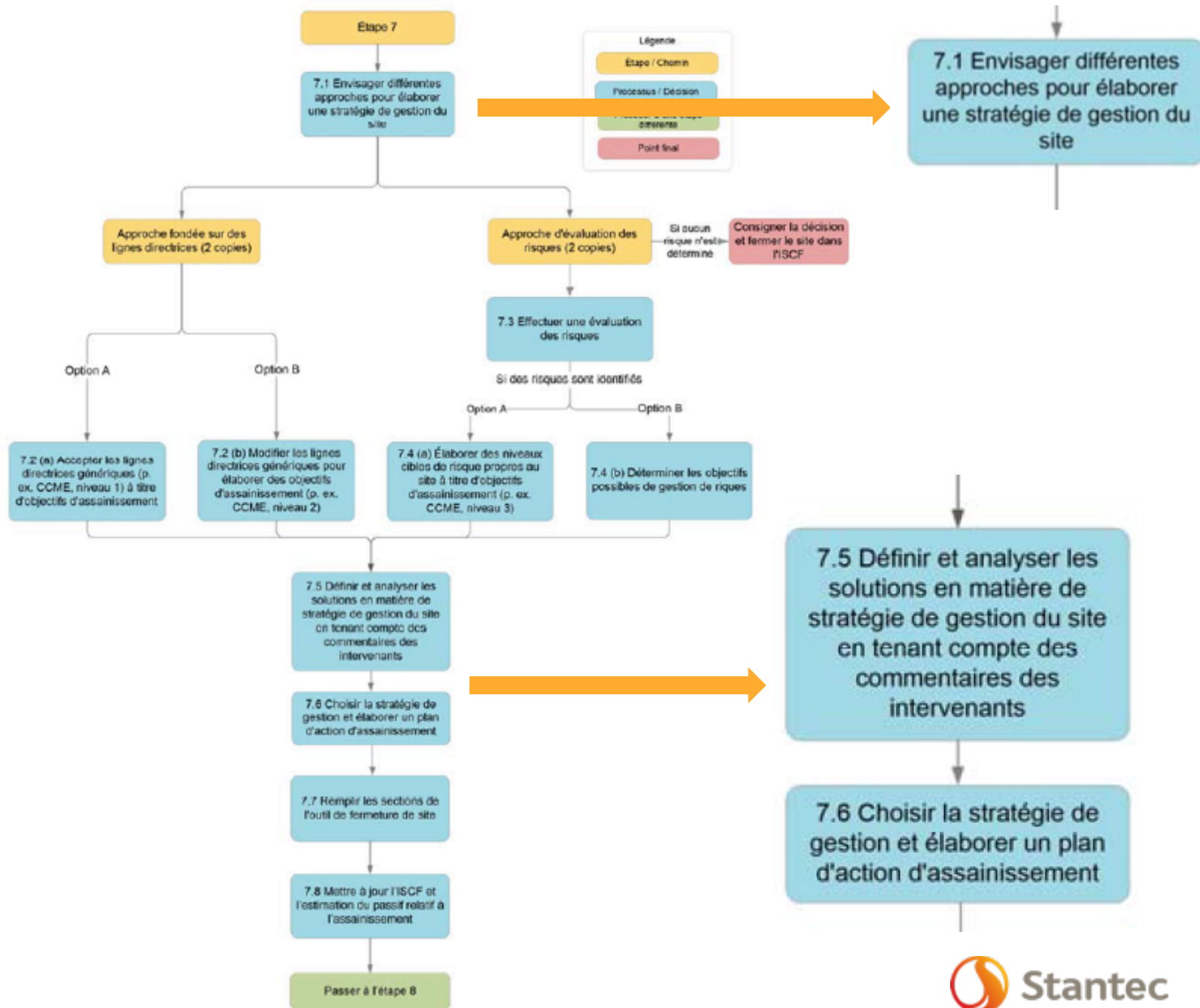
Souvent négligées : comprend aussi les incertitudes liées au scénario et aux règles de décision



Élaboration de l'APS et des PA

- Processus fédéral en 10 étapes – Étape 7 :
Élaboration d'une stratégie d'assainissement/de gestion des risques
 - Détermination de l'approche appropriée pour le projet (assainissement ou gestion des risques; générique ou propre au site)
 - Établissement des objectifs d'assainissement/de gestion des risques
 - Ensuite, détermination des solutions d'assainissement/de gestion des risques à envisager

Étape 7 : Élaboration d'une stratégie d'assainissement/de gestion des risques



Sources d'incertitude

SOURCE, exemples :

- Le contexte est mal défini
- Le modèle conceptuel du site n'a pas été entièrement développé
- Certains CP ne sont pas déterminés
- Les répercussions n'ont pas été délimitées
- Les critères décisionnels ne sont pas définis

ÉLÉMENTS D'AMPLIFICATION DU RISQUE POUR LES SITES DU NORD

- Échantillons/durées limités
- Données propres au système physique du site limitées
- Données historiques limitées
- Scénarios d'exposition non « typiques » pour l'évaluation des risques
- Difficultés dans l'identification et la participation des intervenants

L'incertitude est généralement identifiée au cours d'une phase, mais n'est souvent pas prise en compte dans les phases suivantes (p. ex, de l'EES à l'APS/PA; de l'Évaluation des risques à l'APS/PA; de l'APS aux PA; de l'APS/PA à l'estimation des coûts)

2 Répercussions sur le Projet causées par l'incertitude

« Peu importe la qualité de l'équipe ou le niveau d'efficacité de la méthodologie, si nous ne résolvons pas le bon problème, le projet est un échec. »

- *Woody Williams*

Répercussions de l'incertitude

Incertitude dans le MCS

- L'incertitude dans le rendement ou dans la prévision du risque d'échec de l'assainissement
- Erreurs dans la détermination des technologies appropriées pour les conditions du site actuel et des mécanismes de transport et du devenir

Incertitude dans les objectifs du Projet

- Objectifs/incitatifs de nettoyage inappropriés

Défis liés aux sites nordiques/distants

- Utilisation/évaluation difficile des technologies émergentes
- Conséquence d'une saison d'exploitation courte et de la démobilisation saisonnière

Répercussions de l'incertitude

Qualité

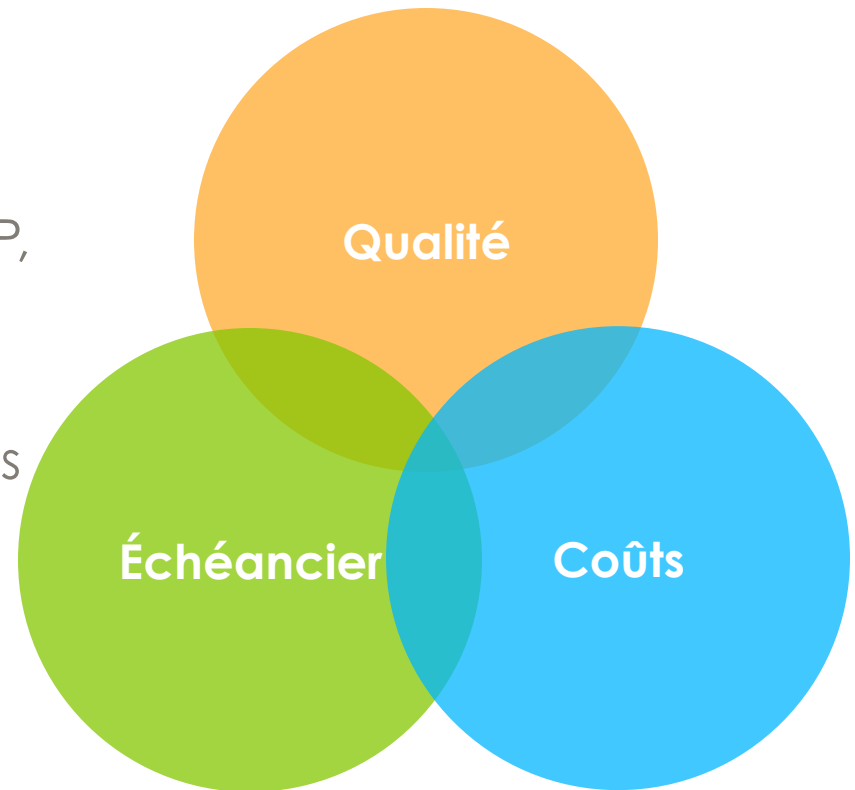
- OQD non atteints
- Portée des répercussions (CP, volumes, risque O/N)

Échéancier

- Portée de durées des tâches
- Critères mal définis pour déterminer s'il faut aller de l'avant ou non

Coûts

- Portée de coûts des tâches



Quantification des répercussions du projet

Qualité, p. ex. :

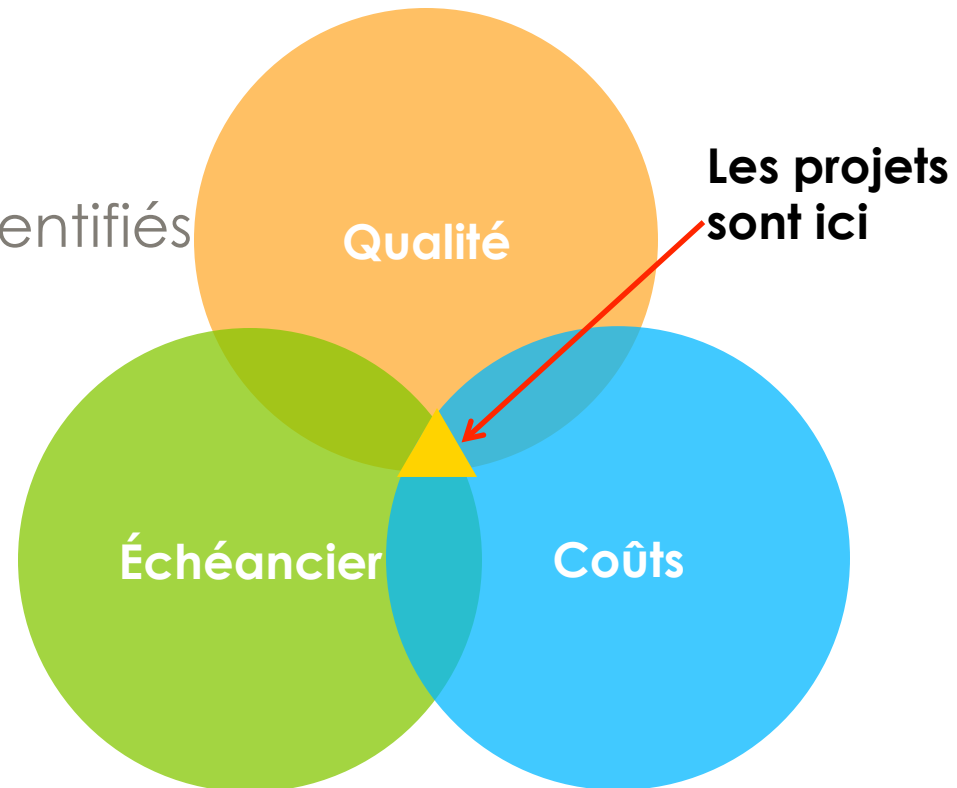
- Risques importants non identifiés
- Portée trop large de l'assainissement

Échéancier, p. ex. :

- Évaluation étendue ou révisée
- Assainissement étendu

Coûts, p. ex. :

- Dépasser les prévisions
- Non optimisés



Chaque incertitude aura des répercussions sur les trois dimensions du projet – elles sont indissolublement liées

3 Détermination et caractérisation de l'incertitude

« Ce n'est pas le doute qui rend fou, c'est la certitude. »

- Friedrich Nietzsche

Détermination de l'incertitude

EES Phase I/II/III

- Historique du site connu et documenté?
- Quel est le niveau de maturité du MCS?
- Concentrations des contaminants par rapport aux niveaux de référence?

Évaluation des risques

- L'incertitude liée au modèle et aux paramètres (p. ex., le transport et le devenir des contaminants; les facteurs d'exposition) est-elle définie?
- CP et trajectoires pris en charge par le MCS?

Objectifs d'assainissement/de gestion des risques

- Utilisation future décidée? L'incertitude liée au scénario A/GR et aux règles de décision est-elle définie?

Caractérisation de l'incertitude

Incertitude aléatoire ou exogène

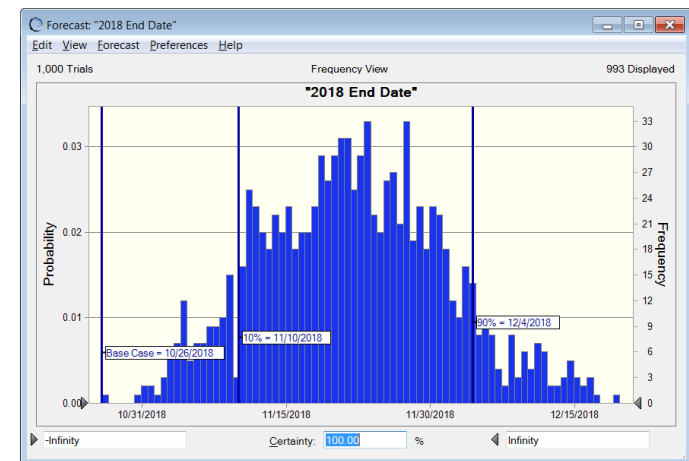
- Mesures de la variabilité statistique :
 - écart-type (paramétrique et non paramétrique)/ écart-type de la population; variogramme
- Probabilités bayésiennes

Incertitude épistémique

- Analyse de sensibilité du modèle
- Simulation de Monte Carlo

Profonde incertitude

- Jugement expert
- Comparaisons par paire d'importance



Quantifier les répercussions potentielles

Source

Répercussions sur les sols pas entièrement délimitées

Le contexte n'a pas été caractérisé

CP non déterminés

Incertitude liée au modèle

Incertitude liée aux règles de décision

Caractérisation

Nbre échantillons/m² ou m³

Nbre échantillons de contrôle par matériau

Prédire l'éventualité – comparer à des sites analogues

Plage de résultats provenant de famille de modèles

Les objectifs pour le site sont-ils définis?

Quantification

Plage de volume de sols contaminés : $x \text{ m}^3 \pm y \text{ m}^3$

Inclusion du paramètre en tant que CP : O/N/inc.

Inclusion du paramètre en tant que CP : O/N/inc.

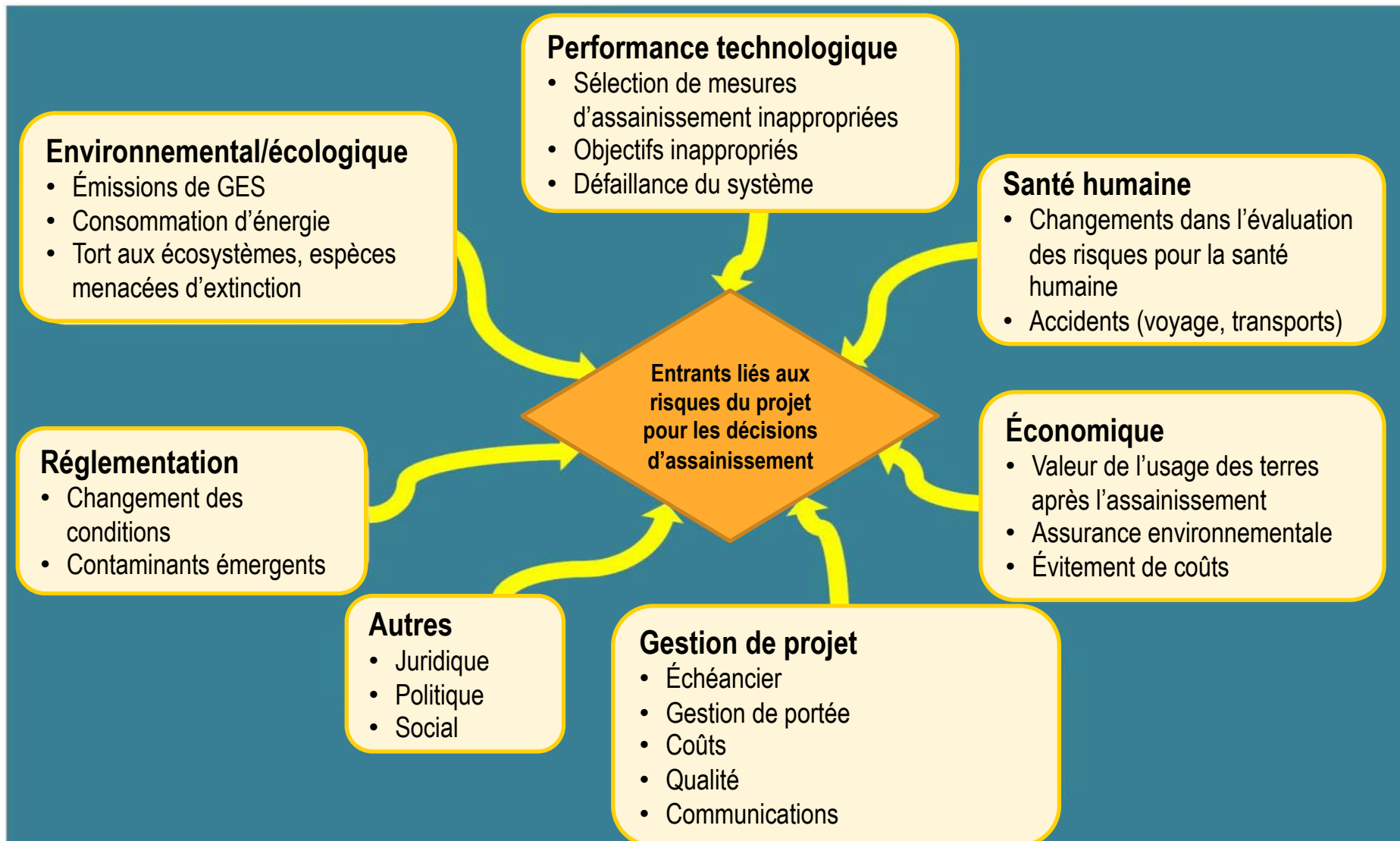
Niveau de confiance dans le résultat du modèle

Identifier la dépendance des décisions aux objectifs du site

4 Incertitude et risque : Atténuation et gestion

« Ne pas planifier, c'est comme planifier un échec »

Gestion des risques liés au projet



L'inventaire des risques du projet

De quoi s'agit-il?

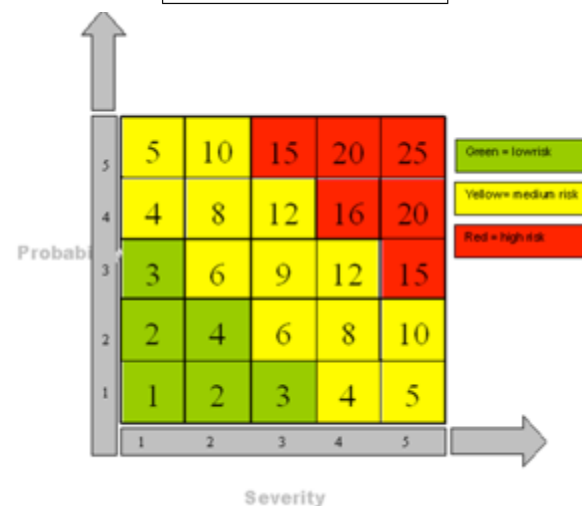
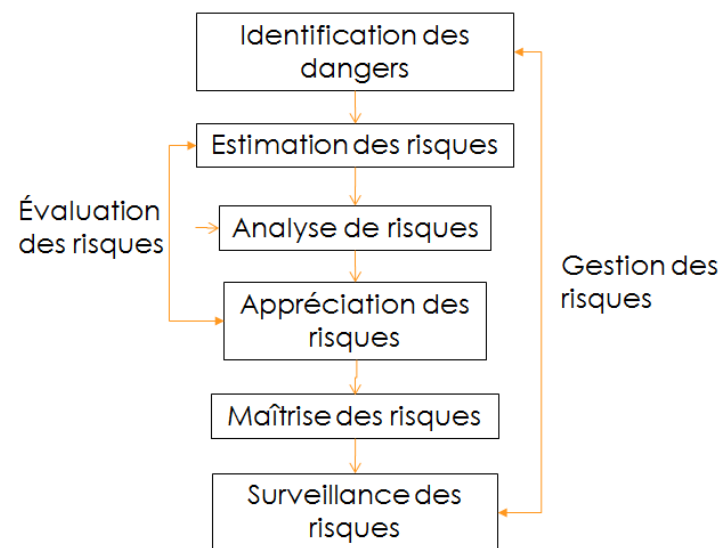
Il s'agit d'un outil permettant d'estimer les répercussions des risques du projet sur les résultats du projet

Comment devrait-il être développé?

Énumérer les dangers potentiels identifiés et caractérisés (y compris les incertitudes), déterminer la probabilité d'occurrence et la conséquence (p. ex., la notation de risque)

Comment peut-il être utilisé?

Il permet de déterminer, de mettre en œuvre et de surveiller les mesures d'atténuation et de gestion des risques



Méthodes : Atténuation de l'incertitude

Incertitude exogène

- La variabilité est causée par le caractère aléatoire de facteurs spatiaux, temporels et individuels; elle ne peut être réduite par de nouvelles collectes de données. Ses répercussions ne peuvent (et ne doivent) qu'être gérées

Incertitudes profondes et épistémiques

- Hiérarchisées tout d'abord par importance du risque (p. ex., dangereux ou non dangereux, QD des CP), puis par ampleur
- Travailler en suivant la hiérarchisation, pour répondre aux questions :
 - L'incertitude traverse-t-elle un seuil décisionnel? [p. ex., atténuer ou gérer le risque; élimination sur le site ou à l'extérieur]
 - Est-il souhaitable d'investir pour réduire l'incertitude (atténuation) ou est-il préférable de gérer? [Analyse coût-bénéfice]

Exemples de seuils décisionnels

Ex1 - Évaluation des risques

Scénario : Un QD ÉRSR pour CP principal, basé sur la LSICM, donne une valeur de 0,3, dépassant le seuil de 0,2. Le QD « attendu » est $<0,2$

Décision : d'assainir ou de gérer le risque

Options : 1) accepter le cas prudent et assainir; 2) investir dans une analyse additionnelle pour réduire l'incertitude épistémique

Ex2 - Modèle conceptuel du site

Scénario: site avec pergélisol discontinu, des métaux mesurés dans l'eau souterraine, une saison d'échantillonnage, plan d'eau de surface le plus près à 25 m

Décision : inclure une trajectoire pour eau souterraine/de surface

Options : 1) accepter le cas prudent d'une trajectoire; 2) investir dans des travaux additionnels sur le terrain pour réduire l'incertitude

Exemple d'analyse coût-bénéfice

Situation

- La Phase III EES a été réalisée pour plusieurs sites miniers regroupés dans un même projet. Les zones dont la contamination des sols par les HCP et les métaux est significative ont été délimitées à divers degrés de certitude – nous sommes confiants que tous les CP ont été identifiés, mais la confiance quant aux quantités estimées est faible. Un investissement dans des activités de délimitation supplémentaire est-il souhaitable?

Scénarios d'analyse

- Scénario 1 : saison d'évaluation additionnelle, suivie par assainissement
- Scénario 2 : assainissement

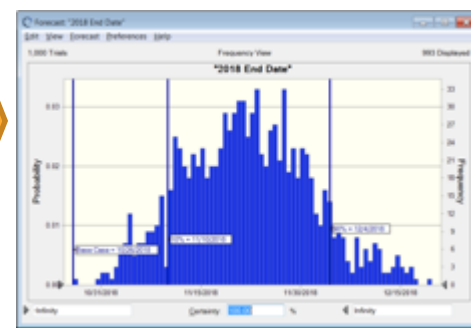
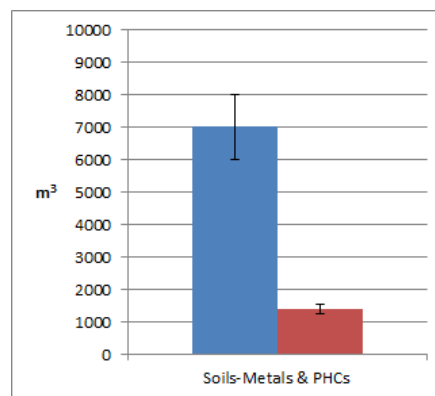
Méthode d'analyse

- Comparaison des coûts attendus, en tenant compte des répercussions de l'incertitude

Exemple d'analyse coût-bénéfice (suite)

Scénario 1

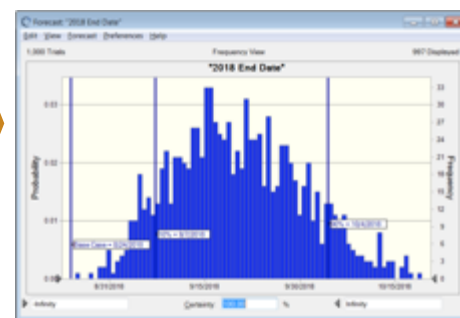
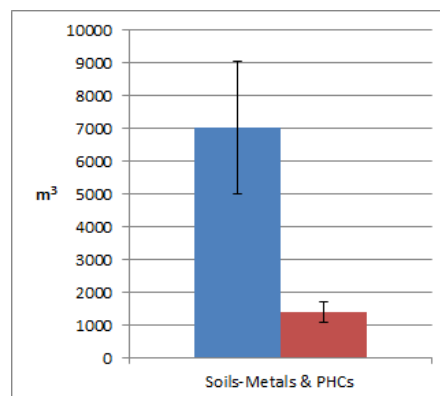
- Coûts liés à une saison supplémentaire d'évaluations
- Coûts liés à l'assainissement, en utilisant des quantités de sols touchées mesurés avec un degré inférieur d'incertitude



Coûts (million de \$) :
Évaluation 0,45 \$
Assainissement 25,0 \$

Scénario 2

- Coûts liés à l'assainissement, en utilisant des quantités de sols touchées mesurés avec un degré supérieur d'incertitude



Coûts (million de \$) :
Assainissement 23,5 \$

Investissement non garanti

Références et outils

Références

- Environnement Canada. 2012. Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCFC) Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique. ISBN 978-1-100-22282-0. N° cat. En14-19-1-2013-fra.pdf.
- Committee on Decision Making Under Uncertainty (CDMU). 2013. Environmental Decisions in the Face of Uncertainty. Board on Population Health and Public Health Practice. National Academy of Sciences. ISBN 978-0-309-13034-9.
- Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC). 2011. Project Risk Management for Site Remediation. RRM-1. Washington, D.C. : Interstate Technology & Regulatory Council, Remediation Risk Management Team. www.itrcweb.org.
- Conseil du Trésor. 2010a. Cadre stratégique de gestion du risque.
- Conseil du Trésor. 2010b. Guide de gestion intégrée du risque.

Ajustement de distributions

- ProUCL. www.epa.gov/OSP/hstl/tsc/software.htm.
- Visual Sample Plan (VSP). vsp.pnnl.gov.

Outils de simulation de Monte Carlo

- Oracle Crystal Ball. www.oracle.com/technetwork/middleware/crystalball/overview/index.html.
- Palisades @Risk. www.palisade.com.

Des questions?

David Wilson, M.A.Sc., ing.
Associé principal
Stantec Ottawa
(613) 738-6091
david.wilson@stantec.com